LITERATUR

ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267.

ELLENBERG, H. 1974. Beiträge zur Ökologie des Rehes (*Capreolus capreolus* L. 1758): Daten aus den Stammhamer Versuchsgehegen. *Dissertation, Kiel,* 133 S.

MCARTHUR, R. H. and E. R. PIANKA. 1966. On optimal use of a patchy environment. *Am. Nat.* 100: 603-609.

MOEN, A. N. 1973. Wildlife Ecology: an analytical approach. *W. H. Freeman & Co., San Francisco.* 458 pp.

NORBERG, R. Å. 1977. An ecological theory on foraging time and energetics and choice of optimal food-searching method. *J. Anim. Ecol.* 46: 511-529.

PYKE, G. H., H. R. PULLIAM and E. L. CHARNOV. 1977. Optimal foraging: a selective review of theory and tests. *Qu. Rev. Biol.* 52: 137-154.

SCHOENER, T. 1971. Theory of feeding strategies. *Annu. Rev. Ecol. & Syst.* 2: 369-404.

WESTOBY, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *Am. Nat.* 108: 290-304.

Moritz Rusterholz und Dennis C. Turner. — Versuche über die „Nährstoffweisheit" beim Reh *(Capreolus capreolus)* [1]

(Mit 2 Tabellen, 5 Abbildungen 2).

Abteilung für Ethologie und Wildforschung, Zoologisches Institut der Universität Zürich, Birchstrasse 95, CH-8050 Zürich.

ABSTRACT

Experiments on „nutritional wisdom" of roe deer (Capreolus capreolus).—The „nutritional wisdom hypothesis" presumes that the animal is able to distinguish between different concentrations of nutritive substances in a food. The only reference factor we can recognize, is that of food preference. This preference was tested on roe deer *(Capreolus capreolus)* by use of the two-choice preference method. The experiments were performed on four deer, held in two pairs. Non-enriched „pellets" were offered simultaneously with those enriched with protein or starch. The number of bites per food type and animal were recorded. Additionally, the weight of food eaten during the observation periods and during the night was measured.

---

[1] Mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Gesuch Nr. 3.788.76.

The results show that roe deer can distinguish between different concentrations of nutritive substances. The threshold of significance for protein and starch probably lies near a concentration difference of 3% dry weight. The food preferences were not constant over time; they also varied with the degree of enrichment of the food. Possible reasons for this variability include changes in rumen-microorganism populations, in internal physiological states and in atmospheric conditions (Bubenik 1959, Szmidt 1975). With respect to the intake of nutritive substances, the outcome is hardly changed by food preference of the animal. One might only expect considerable differences with high degrees of enrichment. If we compare the quotients of protein to starch, obtained by the actual intake of the animal, with the theoretical non-selection values between enriched and non-enriched foods, we see that roe deer tend to hold the quotient within a most narrow range by means of food preference. The experimental values lie between 0.30 and 0.44, while without selection one would expect values between 0.29 and 0.56.

Einleitung

Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, dass die Cerviden auf ein vielseitiges Nahrungsangebot angewiesen sind, dabei aber deutliche Futterpräferenzen zeigen. Dies trifft in besonderem Masse bei den Rehen zu (Juon 1963).

Schon verschiedentlich wurden Versuche durchgeführt, um die Ursachen dieser selektiven Nahrungsaufnahme zu ermitteln: (Esser 1958, Bubenik 1959, Kloetzli 1965, Radwan & Crouch 1974, u.a.). Fasst man diese Ergebnisse zusammen, sieht man, dass die Futterpräferenz von vielen Faktoren abhängig ist, welche sich noch zusätzlich untereinander beeinflussen.

Als Begründung des Futterwahlverhaltens beim Reh mag folgende Tatsache gelten: Das Reh besitzt im Vergleich zu anderen Cerviden einen kleinen Pansen. Es ist deshalb besonders wichtig, die Nährstoffe in geeigneten Mengenverhältnissen aufzunehmen und zwar in Formen, welche vom Verdauungsapparat rasch verarbeitet werden (Hofmann & Geiger 1974, Westoby 1974). Falls diese Hypothese zutrifft, muss das Reh über einen Mechanismus verfügen, der es ihm erlaubt, Futter nach Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit zu unterscheiden. Diese „Nährstoffweisheits-Hypothese" wurde erstmals von Albrecht (1945) formuliert. Entsprechende Versuche am Schwarzwedelhirsch *(Odocoileus hemionus)* führten Rice & Church (1974) durch, indem sie das Wahlverhalten bei Flüssigkeiten mit verschiedenen darin gelösten Stoffen in Abhängigkeit der Konzentration untersuchten. Bei dieser sogenannten Nährstoffweisheits-Hypothese ist nicht irgendwelches Bewusstsein impliziert, sondern es handelt sich dabei um evolutiv ausgebildete physiologische Lernmechanismen.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Fähigkeit der Rehe untersucht, Konzentrationsunterschiede von Nährstoffen im gleichen Futtertyp zu unterscheiden. Die Versuche wurden an vier Tieren — zu zweit gehalten in zwei Gehegen — durchgeführt. In Wahlversuchen wurden den Tieren gepresstes Mischfutter — sogenannte „Pellets" — mit verschiedenen Nährstoffkonzentrationen angeboten. Die Datenaufnahme dauerte vom 27. November 1976 bis 8. März 1977.

Material und Methoden

Die Versuche wurden parallel in zwei Gehegen von je ca. 40*a* Grösse durchgeführt. Beide Gehege bestanden aus einem Wald- und einem Wiesenanteil. Im Gehege I befanden sich die weiblichen Zwillinge „Nana" und „Silla", im Alter von sieben Monaten

(November 1976); die gleichaltrige Kitzgeiss „Wilma“ mit dem 1½—jährigen Bock „Johann“ befanden sich im Gehege II.

Die Pellets wurden durch Mischen und anschliessendes Pressen von drei handelsüblichen Mischfuttersorten hergestellt. Ohne Zusatz dienten sie als Kontrollfutter (K). Das angereicherte Futter (A) wurde durch Zugabe von reinen Nährstoffen — Hühnereiprotein (P) oder Kartoffelstärke (S) — hergestellt. Die Konzentrationen an Protein und Stärke, in Prozenten des Trockengewichtes, der verwendeten Futter sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Bezeichnung	Zugabe in Gewichts-%	Proteingehalt in %	Stärkegehalt in %	Quotient P : S
K	–	11,6	32,6	0,356
P_1	P 1	12,5	32,3	0,386
P_3	P 3	14,2	31,7	0,448
P_5	P 5	15,8	31,0	0,509
P_{10}	P 10	19,6	29,6	0,663
P_{15}	P 15	23,1	28,3	0,816
S_1	S 1	11,5	33,3	0 345
S_3	S 3	11,3	34,6	0,326
S_5	S 5	11,0	35,8	0,309
S_{10}	S 10	10,5	38,7	0,272
S_{15}	S 15	10,1	41,4	0,244

TABELLE 1.

Konzentrationen des Futters an Protein und Stärke:
Die Konzentrationsangaben beziehen sich auf Prozente des Trockengewichtes.
K = Kontrolle; P = Protein; S = Stärke.

Den Rehen wurde Kontrollfutter und je ein Typ angereichertes Futter während vier aufeinanderfolgenden Tagen angeboten. Kontrolle und Anreicherung wurden in je zwei Schalen in ein Futterhäuschen gestellt, welches von allen Seiten gleichgut zugänglich war. Durch die kreuzweise Anordnung der vier Schalen wurde erreicht, dass von jeder Seite aus die Wahlmöglichkeit zwischen Kontrolle und Anreicherung bestand. Die Menge beider Futter war so angesetzt, dass sie einem *Ad libitum*-Angebot entsprach.

Da Futterautomaten für diese Versuche nicht zur Verfügung standen, musste bezüglich Datenaufnahme ein Kompromiss geschlossen werden: Jeden Tag wurden pro Gehege dreimal Direktbeobachtungen von je einer Stunde Dauer durchgeführt. Als Beobachtungszeiten wählte man die beiden Hauptaktivitätszeiten der Rehe während Morgen- und Abenddämmerung, sowie die mittägliche Nebenaktivitätszeit. Für die Nacht erhielten die Tiere Pellets in derselben Kombination wie bei den Direktbeobachtungen. Die Nacht ausgenommen, erhielten die Tiere zwischen den Beobachtungszeiten kein pelletiertes Futter. Die Aufnahme von natürlicher Äsung konnte nicht verhindert werden, wobei aber festzuhalten ist, dass das Angebot ungenügend war.

Als Hauptdaten dienten während den Beobachtungszeiten die Anzahl Futterbissen pro Tier und Futter, sowie die gefressene Menge Futter in Gramm pro Gehege und Futtertyp. Für die Nacht konnten nur die „Gewichtsdaten" ermittelt werden. Als Nebendaten wurden Störungen, qualitative Änderungen des natürlichen Äsungsangebotes, Witterungsverhältnisse, wie auch besonderes Verhalten der Rehe aufgenommen.

Ergebnisse

Unterscheidbarkeit von verschiedenen Nährstoffkonzentrationen

Die Frage nach der Fähigkeit der Rehe, verschiedene Nährstoffkonzentrationen zu unterscheiden, lässt sich nur dann beantworten, wenn unterschiedliche Konzentration unterschiedliche Beliebtheit hervorruft. Keine —, oder eine nichtsignifikante Bevorzugung ist jedoch noch kein Indiz dafür, dass das Reh nicht unterscheiden kann. Es ist zum Beispiel denkbar, dass sich das Heraussuchen eines Futters nicht lohnt, da der Gewinn zu klein ist.

Auf Abb. 4 und 5 sind die Daten „Anzahl Bissen" in Differenzen-Histogrammen dargestellt. Aus Platzgründen wurden die drei Datensätze eines Tages additiv zu einer Säule zusammengefasst. Als Einheit „Bissen" gilt die Menge Futter, welche zwischen zwei Kauperioden aufgenommen wird. Nachteilig auf die Resultate wirkt sich die grosse Streuung der Bissen-Grösse aus: Vergleiche mit entsprechenden Gewichtsdaten ergaben pro Bissen eine mittlere Menge von 7,7 g bei einer Standardabweichung von 5,3 g. Die Histogramme der Abb. 4 und 5 zeigen, dass die individuellen Unterschiede im Fressverhalten beim Zwillingspaar Nana und Silla viel geringer sind als bei Johann und Wilma. Anhand der S_5- und P_5-Replikate ist ersichtlich, dass die Präferenzen auch jahreszeitlich ändern. Die zahlenmässige Erfassung der Biss-Daten zeigt, dass auch bei einer starken Präferenz von beiden Futtertypen gefressen wird.

Die Biss-Daten pro Beobachtungsperiode wurden statistisch ausgewertet: Mit dem zweiseitig angewendeten Test nach Wilcoxon, bzw. Walsh wurden die Daten auf signifikante Bevorzugung hin geprüft. Eine Zusammenstellung der Resultate zeigt Tabelle 2, Spalten 2—5.

Signifikanz findet sich vor allem bei den P_5-, S_5- und P_{10}-, S_{10}-Versuchen. Bei Wilma wird nur in einem einzigen Fall eine Signifikanz bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0.06$ erreicht.

Zusätzlich zu den Biss-Daten wurden die „Gewichts-Daten" ausgewertet. Die Resultate dieser Signifikanztests sind in Tabelle 2, Spalten 6 und 7 eingetragen. Bei diesen Daten muss in Kauf genommen werden, dass sie pro zwei Tiere gelten. (Auf eine Einzelhaltung wurde aus tierhalterischen Überlegungen verzichtet). Die ermittelten Werte stimmen folglich mit denjenigen der Biss-Daten umso mehr überein, je ähnlicher das Fressverhalten des Versuchstier-Paares bezüglich Bevorzugung und Futtermenge pro Bissen ist. Eine gute Übereinstimmung herrscht bei Nana und Silla (Gehege I), während Johann und Wilma (Gehege II) oft entgegengesetzte Präferenzen zeigen; auch sind die Bissen von Johann viel grösser als diejenigen von Wilma. Aus diesem Grunde sind die Gewichtsdaten aus dem Gehege II nur bedingt für die Auswertung verwendbar.

Wertet man zusätzlich noch die „Nachtdaten" aus, so werden die Resultate der Tages-Gewichtsdaten bestätigt: Wie erwartet, wird während der Nacht gleich bevorzugt, wie am Tag. (Vgl. Tab. 2, Spalten 8 und 9).

Versuch	BISSEN				Gewichte 1 Gehege		Gewichte 2 Gehege	
	Nana	Silla	Johann	Wilma	I	II	I	II
P_1	–	–	O	O	–	–	O	O
P_3	–	–	S	–	–	S	–	S
P_{5a}	–	S	–	–	–	–	S	–
P_{5b}	S	S	S	S**	S	S	S	S
P_{5c}	S*	–	O	O	S*	–	–	–
P_{10}	S	S	–	O	S	–	S	–
P_{15}	O	O	O	–	S**	S**	S	–
S_1	–	–	–	–	–	S	–	S
S_3	–	–	–	–	–	–	S	–
S_{5a}	S	S	S	–	S	–	S	–
S_{5b}	S	–	–	–	S	–	S	–
S_{5c}	S*	–	–	O	S*	–	–	–
S_{10}	S	S	S	–	S	–	S	–
S_{15}	–	–	S	–	–	S	–	–

TABELLE 2.

Resultate der Signifikanztests:
'—' = keine Signifikanz; 0 = zu wenig Daten;
S = Signifikanz (nach Wilcoxon, $p = 0.05$); S* = Signifikanz (nach Walsh, $p = 0.051$);
S** = Signifikanz (nach Walsh, $p = 0.062$);
Gewichte 1: Tagesdaten; Gewichte 2: Nachtdaten.

Empfindlichkeitsniveaux bezüglich Unterscheidbarkeit

Berechnet man aus allen Replikaten pro Anreicherungsstufe die prozentuale Häufigkeit, mit der signifikante Bevorzugung ermittelt wurde, so erhält man das in Abb. 1 wiedergegebene Histogramm.

Es wurden nur diejenigen Daten verwendet, bei denen eine Signifikanzberechnung durchgeführt werden konnte. Das Resultat lässt vermuten, dass die Signifikanzschwelle für Stärke unter 3,2% liegt, d.h. dass das Reh einen Konzentrationsunterschied von 3,2% des Trockengewichts noch wahrnehmen kann. Für Protein liegt die Schwelle möglicherweise unterhalb einem Konzentrationsunterschied von 4,2%. Zur genauen Beantwortung dieser Frage sind zu wenig Replikate vorhanden.

Änderungen der Futterpräferenz im Laufe der Zeit

Die P_5- und S_5-Versuche von je vier Tagen Dauer wurden zweimal wiederholt. Aus den Histogrammen der Abb. 4 (P_5-Spalten) ist ersichtlich, dass für die Proteinversuche in der ersten Versuchsperiode im November 1966 eine mittelstarke Ablehnung des angereicherten Futters vorhanden ist. Es wurde eine relative Signifikanzhäufigkeit von

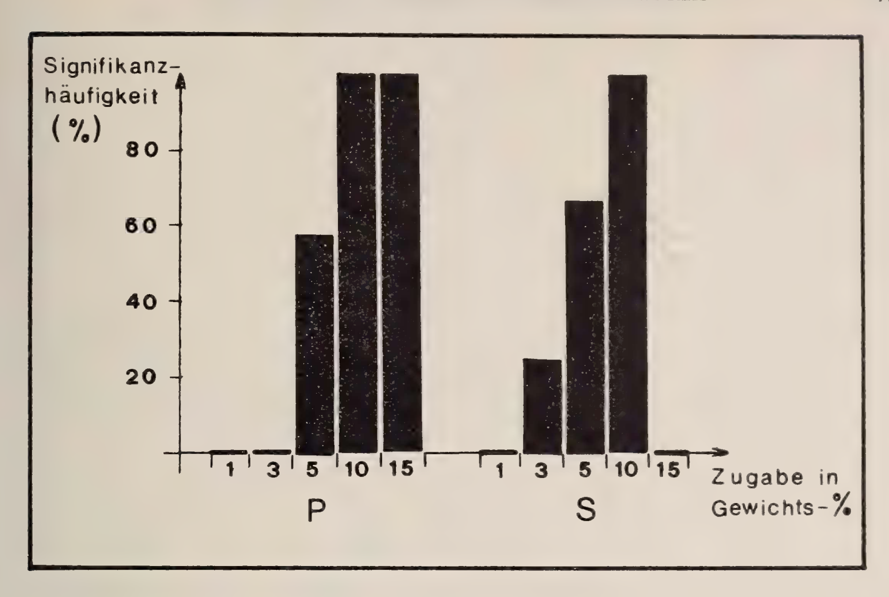


ABB. 1.

Signifikanzhäufigkeiten:
Die Häufigkeiten beziehen sich auf die Signifikanztests
der Biss- und Gewichts-Daten des Geheges I.

25% erreicht. Im Januar 1977 wurde das mit Protein angereicherte Futter in allen Fällen signifikant abgelehnt. Im letzten Versuch — März 1977 — lehnte Nana das angereicherte Futter knapp signifikant ab, während Silla es eher bevorzugte. Aus dem Gehege II sind wegen eines Unfalles keine Daten vorhanden.

Bei den Stärke-Versuchen (Abb. 5, S_5-Spalten) zeigen sich noch massivere Veränderungen. In der ersten Periode vom Dezember 1976 wurde das angereicherte Futter von Nana und Silla stark bevorzugt, wohingegen Johann es signifikant ablehnte und Wilma von beiden Sorten etwa gleichviel frass. Im Januar zeigte Wilma eine schwache Präferenz der Anreicherung, während Johann weder das eine noch das andere Futter bevorzugte. Nana und Silla lehnten in der zweiten, wie auch in der dritten Periode das angereicherte Futter ab. Von Johann und Wilma sind aus der dritten Periode zu wenig Daten für eine Aussage vorhanden.

Bilanz der aufgenommenen Nährstoffe Protein und Stärke

Falls eine Futterselektion stattfindet, sollte sich das Resultat dieser Auswahl in der Nährstoffbilanz niederschlagen. Um genaue Ergebnisse zu erhalten, müsste man Verdaulichkeitsuntersuchungen durchführen, da die Verdaulichkeit nicht konstant, sondern konzentrationsabhängig ist. In besonderem Masse gilt dies für Protein und Stärke. Diese Untersuchungen hätten aber den Rahmen vorliegender Arbeit gesprengt.

Berechnet wurde aus dem täglichen Futterverbrauch die jeweilige Aufnahme von Protein und Stärke. Zum Vergleich wurden die entsprechenden Werte für den Fall

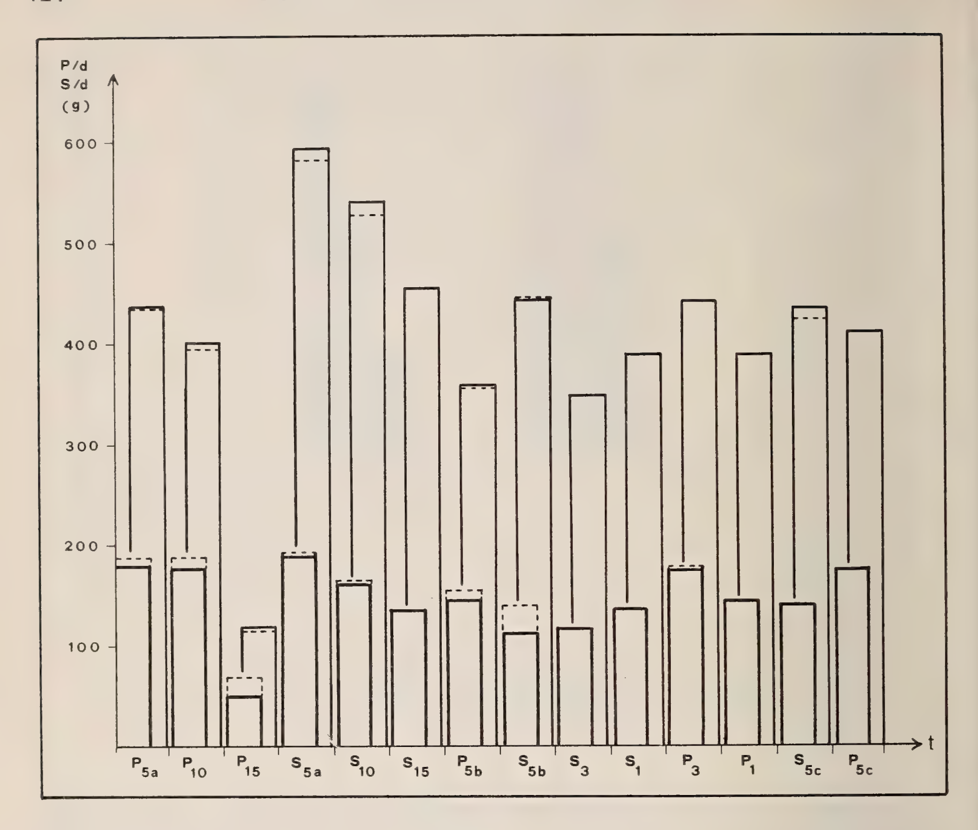


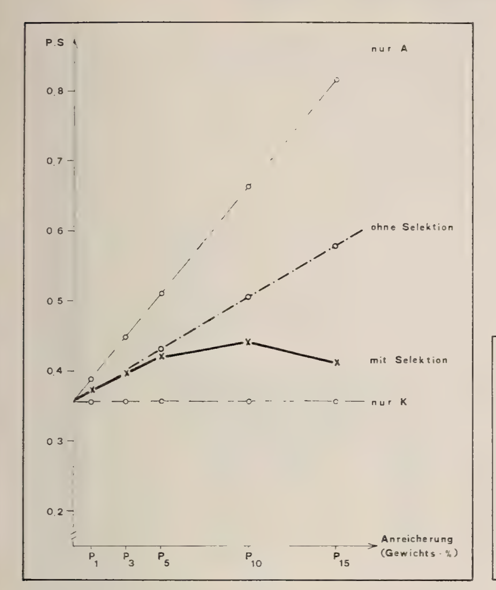
Abb. 2.

Pro Tag aufgenommene Mengen an Protein und Stärke:
Die Werte beziehen sich auf die zwei Tiere des Geheges I. Jede Säule entspricht dem Durchschnittswert der erhaltenen Replikate. Für jeden Anreicherungsgrad entspricht jeweils die linke Säule der Proteinaufnahme, die rechte Säule der Stärkeaufnahme. Die gestrichelten Säulen entsprechen den theoretischen Werten für den Fall, dass keine Selektion stattfindet.

berechnet, dass keine Selektion stattgefunden hat. Abbildung 2 zeigt, dass die mengenmässigen Änderungen der Protein- und Stärke-Aufnahme durch die Selektion gering und kaum von Bedeutung sind.

Im allgemeinen gilt, dass durch die Selektion grössere Mengen Stärke und kleinere Mengen Protein aufgenommen werden, als ohne Selektion erwartet würde.

Als weiteren Parameter wurde das Verhältnis von Protein zu Stärke untersucht: Die effektiven Werte P: S pro Versuchsperiode wurden verglichen mit den theoretischen Werten für die Fälle, dass *a)* keine Selektion stattgefunden hat, *b)* nur Kontrollfutter gefressen wurde und *c)* nur angereichertes Futter gefressen wurde. In Abbildung 3 sind die Ergebnisse für Protein-Anreicherungen (a) und Stärke-Anreicherungen (b) getrennt dargestellt. Es zeigt sich deutlich, dass bei hoher Protein-Anreicherung das Verhältnis P: S durch die Futterwahl erniedrigt wird. Bei den Versuchen mit Stärke-Anreicherung ist im Bereich der verwendeten Anreicherungsstufen noch keine Aussage möglich.



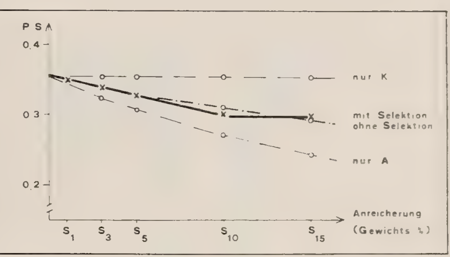


ABB. 3.

Die effektiven Verhältnisse von Protein zu Stärke (P:S) im Vergleich mit den theoretischen Werten: Nur A = Werte für den Fall, dass nur angereichertes Futter gefressen wird; nur K = Werte für den Fall, dass nur Kontrollfutter gefressen wird; ohne Selektion = von Anreicherung und Kontrolle wird gleichviel gefressen; mit Selektion = effektiv erhaltene Werte (Mittelwerte aus den Replikaten des Geheges I). Darstellung a): Versuche mit Proteinanreicherung; Darstellung b): Versuche mit Stärkeanreicherung.

DISKUSSION

Die Kenntnis der versuchsbedingten Beschränkungen und der auftretenden Störfaktoren ist eine wichtige Voraussetzung für eine objektive Wertschätzung von Versuchsergebnissen.

Versuchsbedingte Beschränkungen und Störfaktoren

Die vorliegende Arbeit ist in kleinem Rahmen durchgeführt worden. Die Zahl der Replikate wurde durch die Wahl von zwei Anreicherungen (Protein und Stärke) und deren Konzentrationsstufen stark reduziert. Eine weitere Reduktion der Replikate ergab sich dadurch, dass die Tiere bei Störung oder aus anderen Gründen manchmal gar nicht zur Fütterung erschienen.

Erst im Verlaufe der Hauptversuche wurde festgestellt, dass das verwendete Kontrollfutter ungünstig gewählt war: Die relativen Nährstoffgehalte erwiesen sich als für das Reh sehr günstig. Verwendet man nun dieses Futter in einem Wahlversuch, zusammen mit einem angereicherten Futter, so kann es leicht geschehen, dass sich das Tier ambivalent verhält, obwohl es unterscheidungsfähig ist. Bei einem stark suboptimalen Futter hingegen, kann eine Präferenz erwartet werden, da die Kosten-Nutzen-Bilanz günstiger ausfällt.

Durch Anreicherung des Futters mit Stärke oder Protein werden zugleich die prozentualen Gehalte aller anderen Nährstoffe reduziert. Für die Präferenz des Tieres

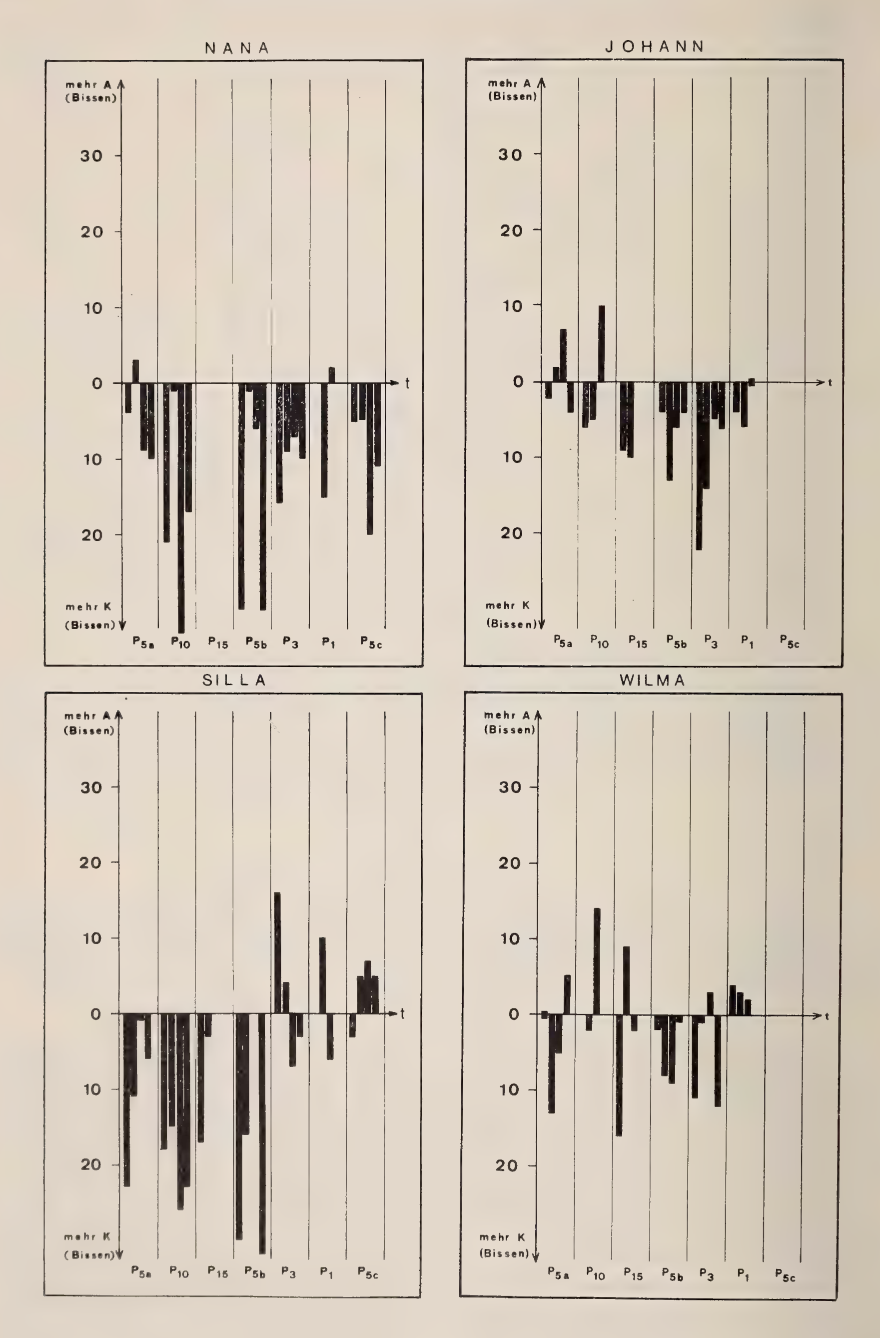


ABB. 4.

Differenzen-Histogramme der Bissen-Häufigkeiten
bei den Versuchen mit Proteinanreicherung:
Eine Säule entspricht der Differenzensumme der drei Beobachtungen eines Tages.

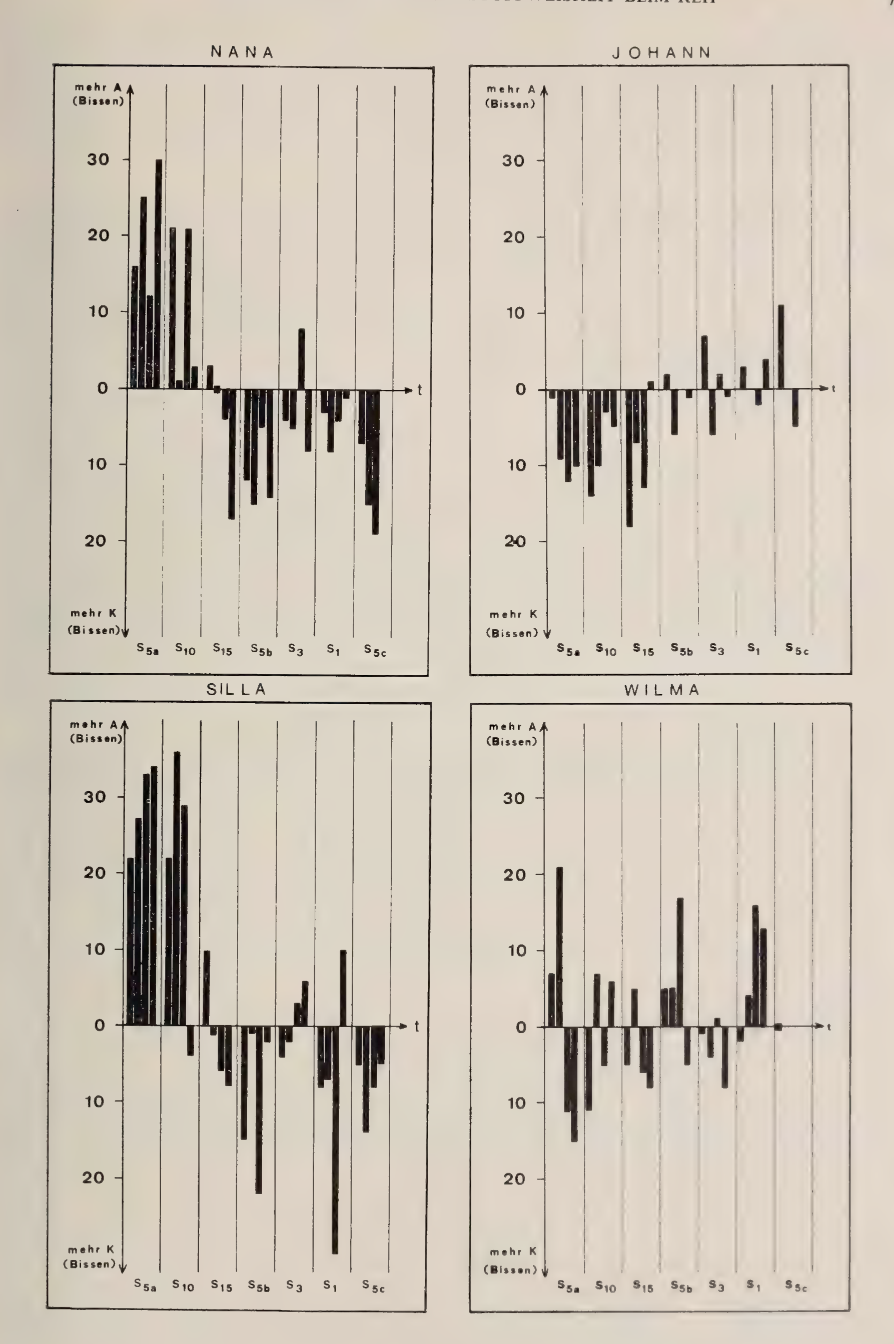


ABB. 5.

Differenzen-Histogramme der Bissen-Häufigkeiten
bei den Versuchen mit Stärkeanreicherung:
Eine Säule entspricht der Differenzensumme der drei Beobachtungen eines Tages.

ergeben sich dadurch viele Entscheidungskriterien. Ohne multiple Varianzanalyse und entsprechender Datenmenge kann somit nicht eindeutig festgestellt werden, welcher Nährstoff-Konzentrationsunterschied durch das Tier wahrgenommen wird.

Eine weitere versuchsbedingte Beschränkung ergibt sich dadurch, dass neben dem Versuchsfutter noch natürliche Äsung vorhanden war, welche sich qualitativ und quantitativ veränderte.

Zusätzliche Schwierigkeiten bei der Beurteilung der Resultate ergeben sich durch Störfaktoren, welche sich nicht balancieren lassen. In Bezug auf die Nahrungsaufnahme ist der physiologische Zustand und der Zustand der Pansenflora besonders wichtig. Die Pansenflora steht in direktem Zusammenhang mit der Nahrungsqualität; bei einer Änderung der Diät gibt es starke Veränderungen in Zusammensetzung und Menge der Pansen-Mikroorganismen (Bubenik 1959, Juon 1963). Auch Krankheiten und Stress können die Nahrungsaufnahme beeinflussen.

Unterscheidungsfähigkeit von Nährstoffkonzentrationen durch das Reh.

Bei der Interpretation der Biss- und Gewichtsdaten bezüglich Unterscheidungsfähigkeit sind folgende Hypothesen und Annahmen zu berücksichtigen:

1. Die Futterselektion bei Wiederkäuern beruht möglicherweise auf einem Lernprozess (Westoby 1974).
2. Bei Mangel an einem bestimmten Nährstoff können „specific hungers" ausgebildet werden (Albrecht 1945, Westoby 1974, u.a.).
3. Die Unterscheidungsfähigkeit ist abhängig vom Mass der nutritiven Bedürfnisse (Westoby 1974).
4. Die Unterscheidung erfolgt sensorisch vor der Nahrungsaufnahme und zwar aufgrund der unterschiedlichen Nährstoffzusammensetzung. (Vergleiche auch Westoby 1974).

Bei Mechanismen, die auf einem Lernprozess beruhen, muss mit Fehlentscheiden des Tieres gerechnet werden. Dafür sprechen die relativ starken Präferenzschwankungen und die Tatsache, dass nicht in allen Versuchen eine signifikante Präferenz erhalten wurde. (Vgl. Tab. 2). Ebenso scheinen die Resultate zu bestätigen, dass alle Nährstoffe in genügenden Mengen vorhanden waren, folglich nur geringe „specific hungers" ausgebildet wurden.

Futterwahl als ein Mittel zur Nahrungsoptimierung

Man kann die Futterwahl als ein Mittel zur Nahrungsoptimierung anschauen. Individuelle Bevorzugung lässt darauf schliessen, dass viele Wege zum gleichen Ziel führen.

In vorliegender Arbeit sind zwei Optimierungsaspekte berührt worden: 1. die mengenmässige Optimierung von Protein bzw. Stärke und 2. die Optimierung des Mengenverhältnisses von Protein zu Stärke. Die Hypothese der Optimierung von Protein oder Stärke konnte innerhalb des Versuchsbereiches verworfen werden. (Vgl. Abb. 2). Bezüglich der Optimierung des P:S-Verhältnisses wurde gezeigt, dass dieser Quotient durch das Futterwahlverhalten der Rehe in einem möglichst engen Bereich gehalten wird. (Vgl. Abb. 3). Da Menge und Mengenverhältnis von Protein und niederen Kohlenhydraten ausschlaggebend sind für den Metabolismus der Pansen-Mikroorganismen (Annison & Lewis 1959, Moen 1973), könnte man erwarten, dass es sich

hier um eine Mischungs-Optimierungs-Aufgabe handelt, anstelle von einzelnen Maximierungs- bzw. Minimierungs-Prozessen. Die vorliegenden Daten unterstützen diese Erwartung.

Zusammenfassung

Die „Nährstoffweisheits-Hypothese" setzt voraus, dass das Tier Nährstoffkonzentrationen im Futter unterscheiden kann. Die einzige diesbezüglich beobachtbare Grösse ist die Futterpräferenz.

In zwei Gehegen wurden an Rehen Wahlversuche mit pelletiertem Futter durchgeführt: Neben einem nicht angereicherten Futter als Kontrolle, wurde ein, bezüglich Protein oder Stärke angereichertes Futter angeboten. Als Daten wurden in direkten Beobachtungen die Anzahl Bissen pro Futtertyp und Tier aufgenommen. Zusätzlich wurden die gefressenen Futtermengen, jeweils während den Beobachtungszeiten und während der Nacht, registriert.

Die Resultate zeigen, dass Rehe Konzentrationsunterschiede von Nährstoffen unterscheiden können. Die Signifikanzschwellen für Protein und Stärke liegen möglicherweise bei einem Konzentrationsunterschied von ca. 3% bezüglich des Trockengewichtes. Die Futterpräferenzen erwiesen sich als zeitlich nicht konstant und variieren zudem auch mit dem Anreicherungsgrad. Mögliche Gründe für diese Variabilität sind Änderungen der Pansenflora, des physiologischen Zustandes des Tieres und Änderungen der Witterung (Bubenik 1959, Szmidt 1975). Mengenmässig wird die Nährstoffbilanz der Tiere durch ihre Futterpräferenzen nur unwesentlich verändert; bedeutende Unterschiede sind erst bei sehr hohen Anreicherungsgraden zu erwarten.

Vergleicht man die Quotienten Protein zu Stärke, der von den Tieren pro Tag aufgenommenen Nahrung, mit den theoretischen Werten ohne Selektion zwischen Anreicherung und Kontrollfutter, so wird deutlich, dass das Reh mit Hilfe der Futterpräferenz diesen Quotienten in einem möglichst engen Bereich zu halten versucht. In den Versuchen liegen die Werte zwischen 0,30 und 0,44; ohne Selektion sind Werte zwischen 0,29 und 0,56 zu erwarten.

Verdankungen

Die Herstellung des Versuchsfutters verdanken wir Herrn Prof. Dr. A. Schürch und Herrn Dr. H. Bickel an der Abteilung für Futtermittelkunde der ETH-Zürich, welche grosszügigerweise ihre Futterpresse zu Verfügung stellten. Wertvolle Hinweise und Anregungen erhielten wir von Frl. H. Müri und Herrn Ch. Geiger. Wir danken auch Herrn U. Lienhard, Jagdinspektor des Kantons Aargau und den Herren der Jagdgesellschaft Suhrental (Kanton Aargau) für ihre Unterstützung unseres Rehgeheges.

LITERATURVERZEICHNIS

Albrecht, W. A. 1945. Discrimination in food selection by animals. *Sci. Monthly* 60: 347-352

Annison, E. F. and D. Lewis. 1959. Metabolism in the Rumen. *London: Metheun and New York: Wiley*, 184 S.

Bubenik, A. 1959. Grundlagen der Wildernährung. *Deutscher Bauernverlag. Berlin.* 229 S.

Esser, W. 1958. Beitrag zur Untersuchung der Äsung des Rehwildes. *Z. Jagdwiss.* 4: 1-40.

Hofmann, R. R. und G. Geiger. 1974. Zur topographischen und funktionellen Anatomie der Viscera abdominis des Rehes *(Capreolus capreolus* L.). *Anat., Histol., Embriol.* 3: 63-84.

Juon, P. 1963. Über neuere Erkenntnisse zur Frage der Rehwildernährung. *Schweiz. Z. Forstwes.* 114: 98-117.

Kloetzli, F. 1965. Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünlandgesellschaften des nördlichen Schweizerischen Mittellandes. *Veröff. Geobot. Inst. der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich.* 186 S.

Moen, A. N. 1973. Wildlife Ecology. *San Francisco : W. H. Freeman and Company.* 458 S.

Radwan, M. A. and G. L. Crouch, 1974. Plant characteristica related to feeding preference by black-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* (1) 38: 32-41.

Rice, P. R. and D. C. Church. 1974. Taste responses of deer to browse extracts, organic acids, and odors. *J. Wildl. Manage.* (4) 38: 830-836.

Szmidt, A. 1975. Food preferences of roe deer in relation to principal species of forest trees and shrubs. *Acta theriol.* (20) 20: 255-266.

Westoby, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *Am. Nat.* 108: 290-304.

C. Mermod et S. Debrot. — Morphométrie crânienne par radiographie. I: Problèmes techniques [1].

Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel.

Abstract

Craniometry by radiography. I: Technical problems. — In order to test a method of radiographical craniometry, 54 stoat's skulls have been measured directly, then X-rayed. Measurements taken on radiographs are compared with actual dimensions by a regression analysis. The slope of the regression line furnishes a correction's coefficient for the measures taken on the radiographs. Several conditions make this method a little restrictive. It is nevertheless very useful any time an animal has to be kept alive. It is for instance valuable for studies of population dynamics.

Introduction

Depuis l'automne 1976, nous étudions une population d'hermines (*Mustela erminea* L.) dans le Jura neuchâtelois (Suisse). Nous nous sommes intéressés particulièrement à l'infestation de ces petits carnivores par un Nématode, *Skrjabingylus nasicola*

[1] Ce travail a été réalisé grâce à un subside du Fonds national suisse de la recherche scientifique (requête n° 3.685-076).